

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

«До захисту допущено»

В.о. зав. кафедри

 Євгеній НЕЛІН

«16» червня 2021 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
на тему: мобільна охоронна система для кемпінгу

Виконав: студент IV курсу, групи PI-71

Цапков Сергій Вячеславович

Керівник: асистент, Нікітчук Артем Валерійович

Рецензент: старший викладач, Бондаренко Геннадій Іванович

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент



Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) 172 Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедрою

 Євгеній НЕЛІН

«11» квітня 2021 р.

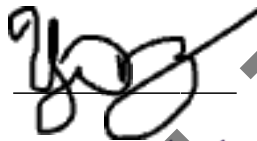
ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Цапкову Сергію Вячеславовичу

1. Тема проекту «Мобільна охорона система для кемпінгу»
керівник проекту Нікітчук Артем Валерійович, асистент,
затверджені наказом по університету від «18» травня 2021 р. № 1205-с
2. Термін подання студентом проекту «7» червня 2021 р.
3. Вихідні дані до проекту: живлення від акумулятора 4В, керування – кнопка ввімкнення, габаритні розміри – циліндрична форма, 16x14 см, умови експлуатації – на відкритому повітрі.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): провести аналіз завдання, оглянути існуючі рішення, розробити структурну та принципову схему, обрати елементну базу, розробити корпус пристрою, проаналізувати працездатність.
5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): схема електрична принципова, складальний кресленик друкованого вузла, друкована плата, схема електрична структурна.
6. Дата видачі завдання 11 квітня 2021 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Узгодження ТЗ з керівником	13.04.21 — 20.04.21	Виконано
2	Огляд аналогів на ринку	21.04.21 — 30.04.21	Виконано
3	Аналіз ТЗ	01.05.21 — 11.05.21	Виконано
4	Розробка структурної і принципової схеми	12.05.21 — 15.05.21	Виконано
5	Проектування електронного модуля	16.05.21 — 22.05.21	Виконано
6	Розрахунок працездатності пристрою	23.05.21 — 28.05.21	Виконано
7	Виконання графічних матеріалів	29.05.21 — 01.06.21	Виконано
8	Охорона праці	02.06.21 — 06.06.21	Виконано

Студент



Сергій ЦАПКОВ

Керівник проекту



Артем НІКІТЧУК

Цапков С.В.

АНОТАЦІЯ

У дипломному проєкті розроблено мобільну сигналізацію для кемпінгу.

Метою даного проєкту було забезпечення можливості контролю території палаткового містечка і оповіщення власника про небезпеку.

У проєкті проведено аналіз сучасних аналогів сигналізацій для туризму. Розроблено структурну і принципову схему пристрою, підбрано елементну базу, розроблено друкований вузол і корпус сигналізації. Проведено розрахунок працездатності і надійності пристрою.

Дипломний проєкт складається з пояснювальної записки обсягом 54 сторінок та включає 29 рисунків, 14 таблиць, 4 креслення, 23 посилання, 3 додатки.

Ключові слова: сигналізація, *GSM*-модуль, *Arduino Uno*, ІЧ датчик.

ANNOTATION

In the diploma project was developed the mobile alarm system for camping.

The purpose of this project is provide control of the territory of the tent camp and notify the owner about danger.

The project analyzes the modern analogues of alarms for tourism. The structural and basic scheme of the device was developed, the element base was selected, the printed unit and the alarm case was developed. The calculation of the efficiency and reliability of the device was made.

The diploma project includes 54 pages of the explanatory note, 29 illustrations, 14 notes, , 23 bibliographic titles, 4 drawings.

Keywords: mobile alarm, GSM-module, Arduino UNO, IR sensor.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: мобільна охоронна система для кемпінгу

Київ – 2021 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень	3
Вступ	4
1 Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання	5
1.1 Огляд існуючих рішень	5
1.2 Аналіз технічного завдання	9
2 Вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення	11
2.1 Структурна схема	11
2.2 Вибір компонентів пристрою.....	12
3 Проектування електронного модуля.....	19
3.1 Вибір елементної бази.....	19
3.2 Визначення габаритів друкованої плати	22
3.3 Розрахунок діаметрів монтажних отворів та розмірів контактних майданчиків	23
3.4 Вибір класу точності плати	24
3.5 Вибір матеріалу плати	24
3.6 Розрахунок ширини друкованих провідників	25
3.7 Проектування друкованого вузла	26
3.8 Опис конструкції	28
4 Розрахунок, що підтверджуються працездатність пристрою	31
4.1 Розрахунок надійності.....	31
4.2 Розрахунок вібростійкості.....	32

					PI71.425152.001 ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Цапков С. В.				Мобільна охорона система для кемпінгу	Лім.	Лист
Перевірів	Нікітчук А. В.						1
Н. Контр.	Попсуй В. І.					PI-71 РТФ	
Затвердив							

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	35
5.1 Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....	35
5.2 Вимоги до виробничих приміщень.....	35
5.3 Вимоги до освітленості робочої зони	36
5.4 Вимоги до шуму і вібрації.....	37
5.5 Вимоги до мікроклімату.....	37
5.6 Вимоги до електробезпеки під час експлуатації.....	38
5.7 Вимоги до пожежної безпеки	38
Висновки.....	40
Перелік джерел посилань.....	41
Додаток А	44
Додаток Б	49
Додаток В.....	52
Додаток Г	54

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

2

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

GSM — *Global System for Mobile Communication*

ІЧ — Інфрачервоне випромінювання

ДП — Друкована плата

ДВ — Друкований вузол

МК — Мікроконтролер

PIR — Піроелектречтричний

ТЗ — Технічне завдання

ПЕОМ — Персональна обчислювальна машина

КЗ — Коротке замикання

					<i>PI71.425152.001 ПЗ</i>	Лист
						3
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У нас час кемпінг став дуже популярною формою життя на відкритому повітрі. Це дає можливість людям проводити вільний час на природі. Щороку мільйони людей ходять в походи. Вони можуть одночасно досліджувати нове оточення і бути поруч з природою.

Проте, нерідко бувають ситуації, коли на територію палаткового містечка потрапляють небажані гості. Саме тому, метою даного дипломного проекту – була розробка мобільної сигналізації для кемпінгу. Сигналізація – це пристрій, який забезпечує контроль території і попереджує у випадку проникнення. За рахунок наявності GSM-модуля сигналізація може передавати дані на стільниковий телефон власника. На сьогоднішній день аналоги сигналізацій для кемпінгу мають або не дуже великий функціонал, або високу вартість. Тому було прийнято рішення розробити пристрій, який за своїми характеристиками і можливостями не поступався аналогам, а також мав би техніко-економічне обґрунтування.

					РІ71.425152.001 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд існуючих рішень

Охоронні системи для кемпінгу бувають декількох видів:

- *Sensor Alarm*, даний вид сигналізації є одним з найпростіших. Постановка на охорону відбувається натисканням на спеціальний брелок.
- Сигналізація-розтяжка призначена для захисту особистих речей і туристичного спорядження.
- Датчик руху з сиреною *Electronic Dog* – це простий автономний інфрачервоний датчик, що реагує на рух в зоні своєї дії – найчастіше, близько 6 метрів.

Для того, щоб правильно обрати хід виконання роботи необхідно ознайомитися з існуючими рішеннями, розглянути їх переваги та недоліки.

Далі будуть розглянуті варіанти охоронних систем, які присутні на сьогоднішній час на ринку.

Sensor Alarm

Одна з систем представлених на ринку є охоронна система типу *Sensor Alarm*, представлена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 — *Sensor Alarm*

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
5

Ця сигналізація обладнана вбудованим датчиком руху та сиреною. При виявленні руху в зоні дії датчика – з затримкою в 5 секунд вмикається сирена. Вимкнути сирену можна за допомогою кнопки, що знаходиться на корпусі брелка.

Таблиця 1.1 — Технічна характеристика *Sensor Alarm* [1]

Матеріал	пластик
Кут огляду ІЧ-датчику	110 градусів
Розміри	12х8.5х4 см
Гучність сирени	105 дБ
Ціна	252 грн

Сигналізація-розтяжка

Ще одним запропонованим варіантом сигналізації для туризму є сигналізація-розтяжка, представлена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 — Сигналізація-розтяжка

Принцип дії даної сигналізації полягає в тому, що при висмикуванні чеки вмикається гучний сигнал сирени, який привертає увагу, до місця де розташована сигналізація. Також на корпусі знаходиться перемикач, за допомогою якого можна увімкнути сирену. Вимкнути сирену можна шляхом повернення чеки в початкове положення.

Таблиця 1.2 — Технічна характеристика сигналізації-розтяжки [2]

Гучність сирени	105 дБ
Живлення	1 батарея типу 27А 12В
Ціна	210 грн

Датчик руху з сиреною *Electronic Dog*

Датчик руху з сиреною *Electronic Dog* представлений на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 — Датчик руху з сиреною *Electronic Dog*

Даний датчик руху представляє собою недорогий автономний охоронний детектор для приміщення. Датчик схожий на повноцінні датчики руху, які підключаються до централізованої системи охорони, за винятком наявності гучної сирени, яка вмикається при виявленні руху.

Таблиця 1.3 — Технічна характеристика датчика руху з сиреною *Electronic Dog* [3]

Розміри	9x5.5x4 см
Гучність сирени	100 дБ
Живлення	4 батареї розміром ААА
Дальність виявлення руху	6 метрів
Ціна	151 грн

Такий датчик є досить простим, але в той же час це і є його основним недоліком, так як налаштувати на ньому певний алгоритм роботи неможливо. Також якщо розглядати цю сигналізацію в плані попередження протиправних дій, то вона є не зовсім надійною, тому що має лише звукове оповіщення, яке в свою чергу має низький шанс зупинити злочин.

					РІ71.425152.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		7

Кемпінгова сигналізація *Motion Sensor Alarm Wireless x850*

Одна з найдорожчих сигналізацій представлених на ринку – це сигналізація *Motion Sensor Alarm Wireless x850*, яка представлена на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 — *Motion Sensor Alarm Wireless x850*

Бездротовий оповісчувач представляє собою блок прийому інформації і бездротовий датчик руху. Принцип роботи даного оповісчувача полягає в наступному: датчик руху встановлюється в місці, яке необхідно охороняти, а блок прийому безпосередньо біля вас. При виявленні руху в зоні дії датчика, сигнал посилається на блок прийому і оповісчує про прибуття гостей. Перевага даної системи полягає в можливості швидкої установки без використання дротів.

Таблиця 1.4 — Технічна характеристика *Motion Sensor Alarm Wireless x850* [4]

Живлення	3 батареї AA (приймач), 3 батареї типу AAA (передавач)
Відстань випромінювача <i>PIR</i>	1-4 метра
Робоча відстань	100 метрів
Розмір детектора	80x55x40 мм
Розмір приймача	63x96x33 мм
Ціна	672 грн

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

8

1.2 Аналіз технічного завдання

У даному дипломному проєкті розробляється GSM-сигналізація для кемпінгу. Цей пристрій призначений для забезпечення безпеки та оповіщення власника про проникнення на територію палаткового містечка, шляхом звукового сигналу та GSM оповіщення. Такий спосіб оповіщення можливий за рахунок наявності GSM модуля в охоронній системі.

Живлення пристрою буде виконуватися за рахунок наявності вбудованого літій-іонного акумулятора.

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 У1.1. У – мікрокліматичний район з помірним кліматом. 1 – зберігання в процесі експлуатації на відкритому повітрі. Таким чином, необхідно забезпечити відповідну водонепроникність конструкції пристрою, який міститиме в собі електроніку за допомогою еластичних і водостійких прокладок. Пристрій повинен бути виконаний з матеріалів, які будуть стійкі до вологи і УФ-випромінювання.

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001, Н7. Вказаній категорії відповідає носима апаратура, що експлуатується на відкритому повітрі або в неопалюваних наземних і підземних спорудах

Забезпечити безвідмовну роботу не менше ніж 8800 годин шляхом використання матеріалів та елементів достатньої якості.

В корпусі необхідно забезпечити отвори для керування приладом, під'єднання зовнішніх приладів.

Технічним обслуговуванням та ремонтом має займатись спеціалізована майстерня.

Друкована плата орієнтовано матиме двосторонній монтаж та 2 шари металізації, оскільки буде велика кількість елементів поверхневого монтажу та пересічних провідників. Так як в нас двостороння плата доцільно виготовляти плату комбінованим позитивним методом.

Відповідно до ГОСТ 237510-86 для даного виробу обраного третій клас точності друкованої плати, оскільки перший та другий не спроможні

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити необхідну точність для розведення мікросхем, а четвертий та п'ятий є більш затратними в реалізації.

Цапков С.В. РІ-71, 2021

					РІ71.425152.001 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

Для розробки сигналізації необхідно використовувати широко розповсюдженні деталі і складові частини. Це забезпечить простоту пристрою, а також надасть можливість швидкого і якісного ремонту, адже наявність унікальних деталей може викликати труднощі при обслуговуванні.

2.1 Структурна схема

Перш за все необхідно сказати, що структурна схема кожної сигналізації складається з основних частин.

Структурна схема для сигналізації з GSM модулем показана на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 — Структурна схема сигналізації

Структурна схема сигналізації складається з таких блоків: блок живлення, блок давачів, блок управління, блок оповіщення. Блок живлення відповідає за забезпечення необхідної напруги для функціонування пристрою. Давачі забезпечують інформацію з навколишнього середовища, яка потім оброблюється за допомогою блоку управління.

Так як наш пристрій матиме GSM модуль – це дає можливість передавати інформацію на стільниковий телефон власника.

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		11

2.2 Вибір компонентів пристрою

Плата *Arduino Uno* з мікроконтролером *ATmega328P*.

Розглядаючи асортимент мікроконтролерів на ринку було вибрано найбільш прийнятний варіант, а саме – плата *Arduino Uno* з мікроконтролером *ATmega328P* (рис 2.2). Даний виріб відрізняється простотою налаштування, а також зручним середовища для створення програмного забезпечення, і можливістю завантаження відповідних програм за допомогою *USB*-порта і необхідними для цього драйверами. Також, однією з причин вибору саме цієї плати була її ціна і габарити.

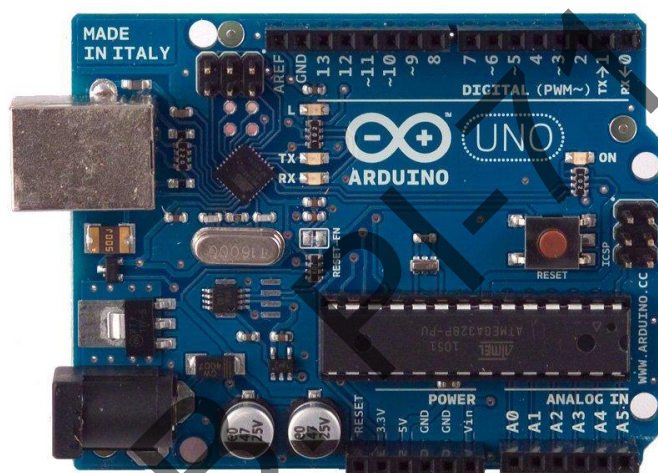


Рисунок 2.2 — *Arduino UNO*

GSM модуль *SIM800L*

Основним компонентом для розробки мобільної сигналізації буде *GSM* модуль *SIM800L*, зображений на рисунку 2.3.

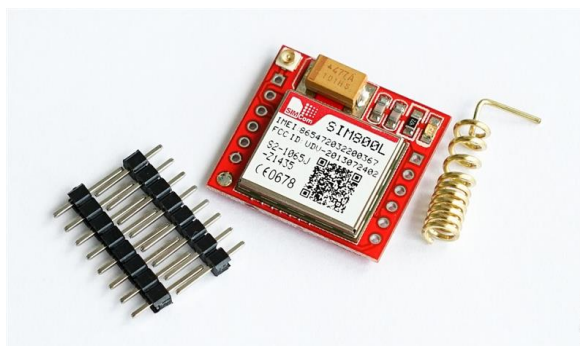


Рисунок 2.3 — Модуль *SIM800L*

Даний модуль був обраний з погляду на відносно низьку вартість на ринку і достатній функціонал.

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		12

Робота даного модуля забезпечується за рахунок чіпа *Mediatek ARM MT6261*. *GSM/GPRS* зв'язок встановлюється за допомогою приймача *RF198*, зображеного на рисунку [2.4](#).

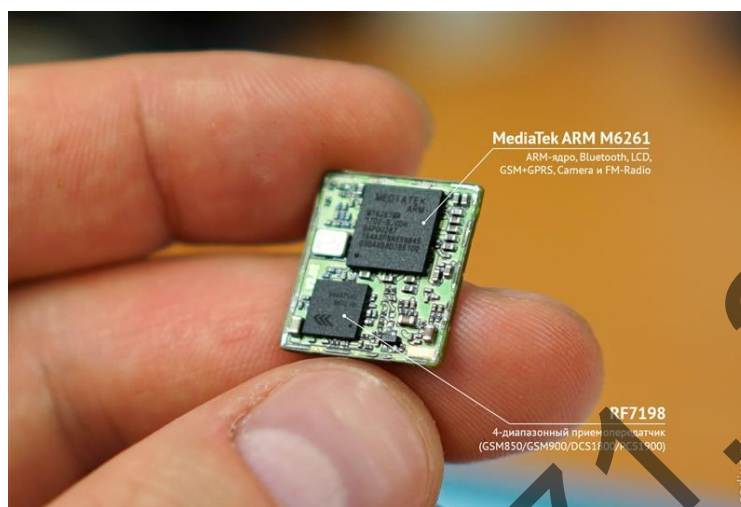


Рисунок 2.4 — Чіп *Mediatek ARM*

Керувати модулем можна за допомогою комп'ютера через перетворювач інтерфейсів *USB-UART*, або безпосередньо через *UART* модулем мікроконтролера власної розробки, а також через *Arduino* або *Raspberry PI*. Для підключення через перехід *USB-UART* необхідно використовувати резистивний понижувач напруги. На даний час не існує перетворювача інтерфейса *USB-UART* з вихідною напругою 2,8 В. Усі існуючі перетворювачі на виході *UART* мають більшу напругу.

Характеристики даного модуля можна побачити в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Технічна характеристика *SIM800L* [5]

Напруга живлення	3,4 – 4,2 В
Струм живлення	0,7 мА
Максимальна напруга високого рівня інтерфейса <i>UART</i>	2,8 В
Робоча температура	від -30°C до 75°C
Розміри	15,8 x 17,8 мм

Схема підключення модуля *SIM800L* зображена на рисунку 2.5 [6].

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
13

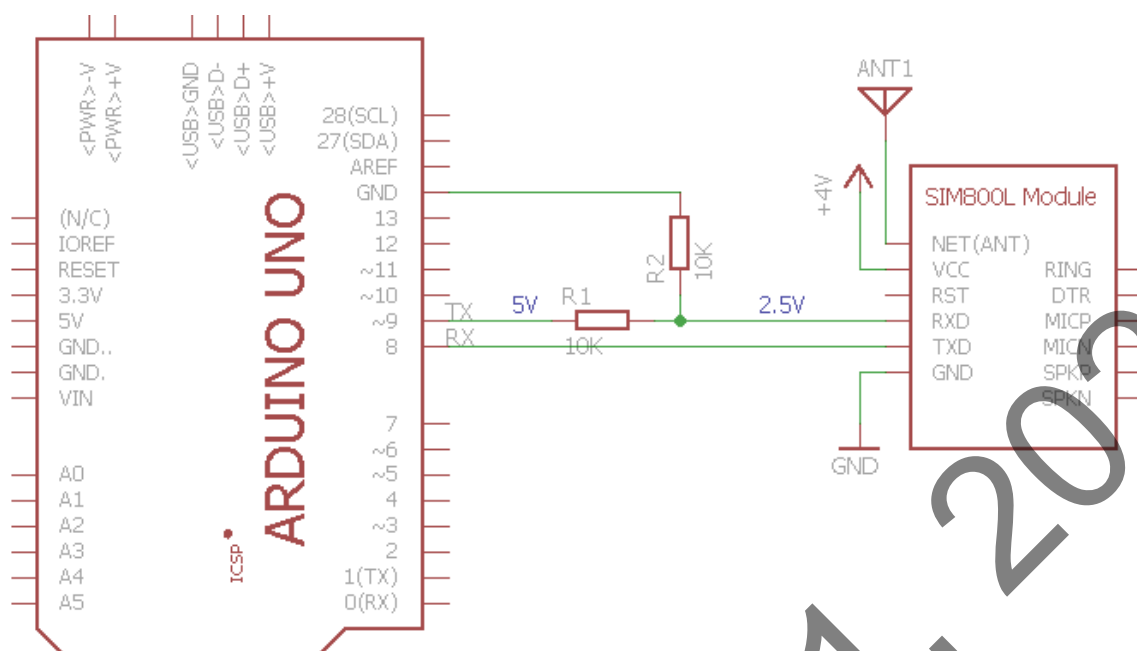


Рисунок 2.5 — Підключення *SIM800L* до *Arduino*

У *Datasheet* модуля *SIM800L* сказано, що максимальний рівень напруги на вході *RX* становить 3,1 В (при мінімальному 2,1 В). Для того щоб забезпечити рівень логічної одиниці 2,5 В (цей рівень вписується в допустимий діапазон) необхідно використати два резистори однакового номіналу. В нашому пристрої будуть використовуватися резистори 2 кОм.

GSM модуль може підтримувати декілька режимів сну, однак мінімальний струм який він споживає складає приблизно 1 мА. Для пристрою, що розрахований на автономну роботу це є забагато. Для того, щоб вимикати модуль використовується польовий транзистор. Схема і зовнішній вигляд польового транзистора *IRLML2502TRPBF* зображена на рисунку 2.6 [7].

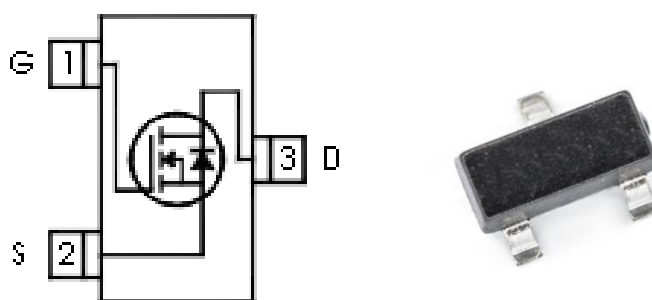


Рисунок 2.6 — Зовнішній вигляд і схема *IRLML2502TRPBF*

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

14

Давачі руху

Для забезпечення контролю території використовувалися ІЧ давачі руху *HC-SR501* (рис 2.7). Дані давачі дозволяють виявити рух людини на відстані до 7 метрів.



Рисунок 2.7 — Давач руху *HC-SR501*

Давачі мають 3 виводи:

- живлення (*VCC*);
- земля (*GND*);
- вивід 3v3 (*OUT*).

На таких давачах встановлюється лінза Френеля (рис 2.8) за допомогою якої інфрачервоні сигнали фокусуються на піроелектричному давачі *500BP* (рис. 2.9). Даний датчик є пасивним, адже для виявлення руху не потрібна ніяка додаткова енергія, окрім тієї, що випромінює сам об'єкт.



Рисунок 2.8 — Лінза Френеля

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

15

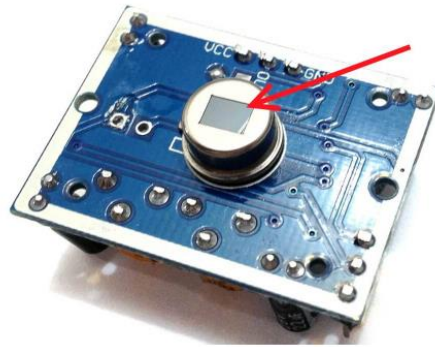


Рисунок 2.9 – PIR-давач 500BP

Для розробки мобільної сигналізації було використано 3 давача руху для того, щоб забезпечити огляд території на 360°. Технічні характеристики давачів показано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Технічна характеристика HC-SR501 [8]

Кут огляду	до 120°
Напруга живлення	4,5 – 12 В
Споживаний струм	65 мА
Робочі температури	від -20°C до +50°C
Розміри	32 x 24 мм

Схема підключення давачів руху до *Arduino* зображена на рисунку 2.10 [9].

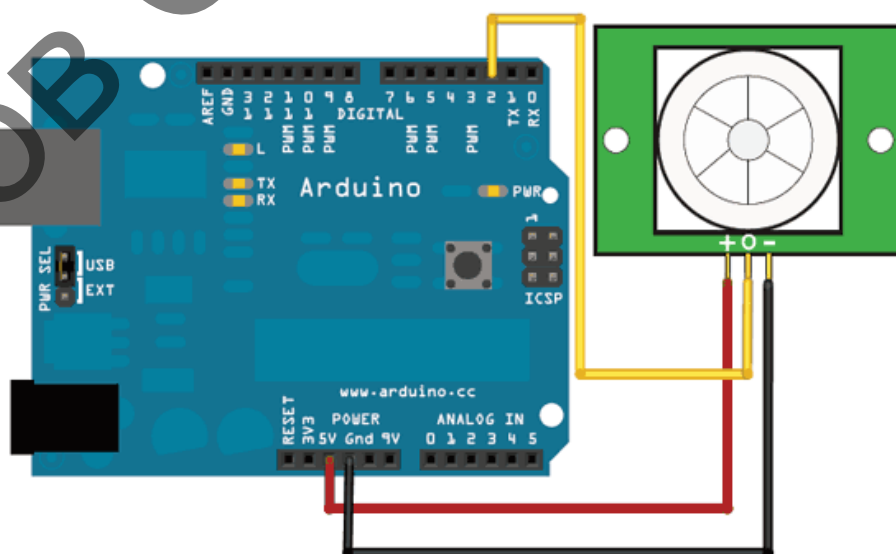


Рисунок 2.10 — Підключення HC-SR501 до *Arduino*

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

16

Перший контакт давача руху під'єднується до піна напруги 5В на платі. Третій контакт давача під'єднується до «землі». Другий контакт під'єднується до цифрового піна 2 на платі *Arduino*. При такому з'єднанні на контакти 1 і 3 давача подається живлення 5В від плати, яке необхідне для функціонування. Через контакт 2 *Arduino* отримує вхідний сигнал від давача руху. Поки давач не виявляє рух вихідний сигнал низький і *Arduino* не отримує сигналу напруги. Коли давач виявляє рух, то до плати надсилається рівень сигналу логічної одиниці і в свою чергу *Arduino* може повідомити інший пристрій, в нашому випадку це *GSM* модуль, про це.

Таким чином, аналізуючи інформацію розглянуту в цьому розділі, можна прийти до висновку, що електрична схема мобільної сигналізації для кемпінгу матиме наступний вигляд (рис. 2.11):

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

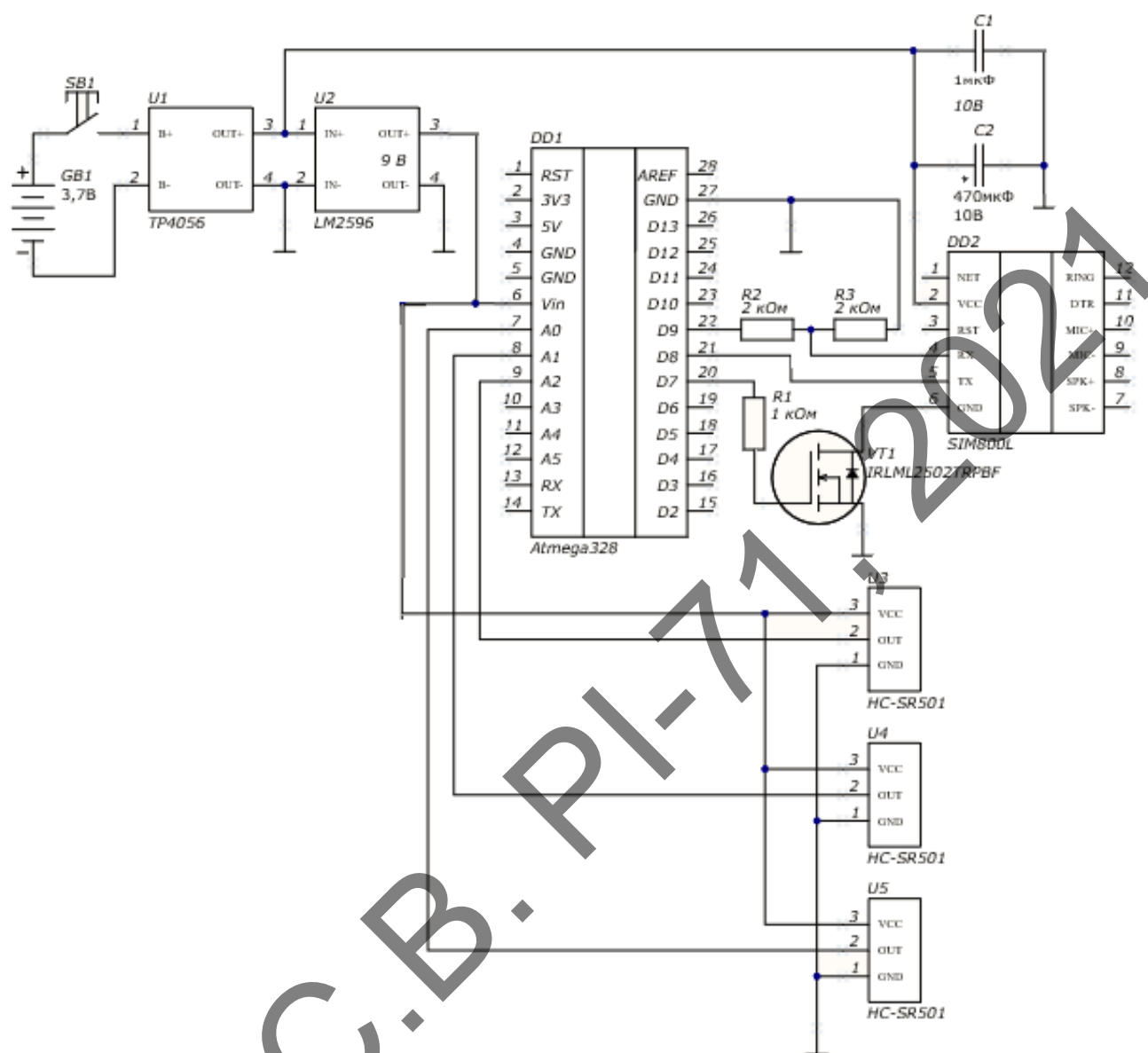


Рисунок 2.11 — Схема електрична принципова мобільної сигналізації

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

18

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 Вибір елементної бази

Слід зазначити, що компоненти елементної бази обиралися відповідно до необхідних електричних і конструкторських вимог.

У якості резисторів з опорами 1 кОм і 2 кОм, було обрано моделі від фірми *Viking Tech*. Їх типорозміри складають 0402, а зовнішній вигляд зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 — Резистори від компанії *Viking Tech*

Технічну характеристику даних резисторів можна побачити у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Технічні характеристики резисторів [10]

Відхилення	1%
Максимальна потужність	0,125 Вт
Максимальна напруга	50 В
Робоча температура	від -55°C до +155°C
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	1 x 0,5 x 0,35 мм

Конденсатор *C1* (рис. 3.2) номіналом 1 мкФ, був обраний від компанії *Yageo*, модель *CC1206KKX7R9BB105*. Основні характеристики конденсатора наведені у таблиці 3.2.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

19

Таблиця 3.2 — Технічні характеристики конденсатора *C1* [11]

Максимальне відхилення	10%
Робоча напруга	50 В
Робоча температура	від -55°C до +125°C
Діелектрик	X7R
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	3,2 x 1,6 x 1,6 мм



Рисунок 3.2 — Конденсатор *C1* від компанії *Yageo*

Електролітичний конденсатор *C2* номіналом 470 мкФ, був обраний від компанії *Yageo*, модель *SA025M0330REF-0810*. Основні характеристики конденсатора наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Технічні характеристики конденсатора *C2* [12]

Максимальне відхилення	20%
Робоча напруга	25 В
Робоча температура	від -40°C до +85°C
Діаметр корпусу	8 мм
Висота корпусу	10,5 мм

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
20



Рисунок 3.3 — Електролітичний конденсатор C2 від компанії Yageo

У якості джерела живлення GB1 був обраний плоский літій-іонний акумулятор на 2000 mAh (рис 3.4) [13].

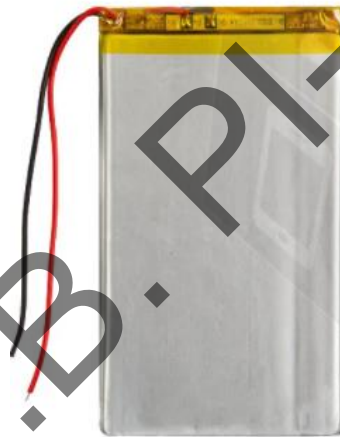


Рисунок 3.4 — Плоский літій-іонний акумулятор

Модуль для забезпечення зарядки акумулятора TP4056 був обраний від компанії Geekcreit. Основні характеристики модуля наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Технічні характеристики модуля зарядки акумулятора TP4056 [14]

Вхідна напруга	4,5 – 5,5 В
Точність зарядки	1,5%
Зарядка батареї до напруги	4,2 В
Струм зарядки	1 А
Розміри	2,6 x 1,7 см

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

21

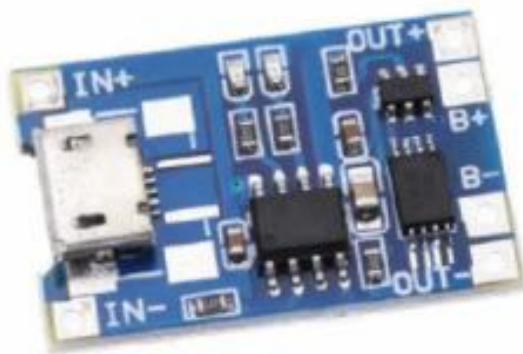


Рисунок 3.5 — Модуль для зарядки акумулятора

Понижуючий конвертер постійного струму *LM2596* був обраний від компанії *Texas Instruments*. Основні характеристики модуля наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики понижуючого конвертера постійного струму *LM2596* [15]

Вхідна напруга	4,5 – 40 В
Вихідна напруга	3 – 35 В
Вихідний струм	2 А
Робоча температура	від -40°C до +85°C
Розміри	44 x 22 x 15 мм

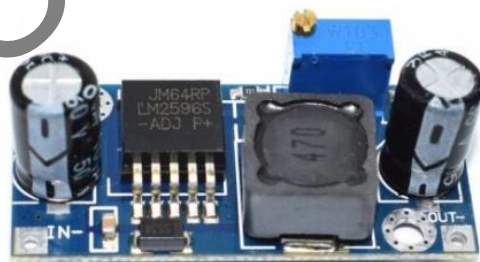


Рисунок 3.6 — Понижуючий конвертер струму *LM2596*

3.2 Визначення габаритів друкованої плати

Для визначення площі плати треба розрахувати мінімальну площу, що відповідає загальній площі всіх елементів кожної сторони, тобто елементів поверхневого монтажу. Плата до корпусу буде кріпитися за допомогою чотирьох гвинтів, тому місце для кріплення також врахуємо. Розрахунок

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

площі проводився в програмному середовищі *Microsoft Excel*. Результати розрахунків можна побачити на рисунку 3.7

Назва ел.	K	X	Y	S
R1	1	1	0,5	0,5
R2	1	1	0,5	0,5
R3	1	1	0,5	0,5
C1	1	3,2	1,6	5,12
C2	1	7,1	5,25	37,275
GB1	1,5	8	3	36
U1	2	44	22	1936
U2	2	38	22	1672
VT1	1	2,4	2,9	6,96
DD2	1,5	15,8	17,8	421,86
				4116,715

Рисунок 3.7 — Розрахунки загальної площі плати

Як видно з розрахунків мінімальна площа, яку займають елементи плати дорівнює 4148 мм². Друкована плата матиме розміри 80 мм на 56 мм, що забезпечить площу 4480 мм², що в свою чергу задовольняє мінімально необхідну площу для розташування елементів.

3.3 Розрахунок діаметрів монтажних отворів та розмірів контактних майданчиків

Розміри контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу розраховуються за формулою:

$$D_k = D_v + 0,3,$$

- де D_k — розміри контактних майданчиків;

- D_v — розміри виводів.

Таблиця 3.6 — Розміри для елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	D_v , мм	D_k , мм
R1, R2, R3	0,45 x 1,08	0,75 x 1,38
C1	0,70 x 1,25	1,0 x 1,55
C2	1,80 x 0,80	2,10 x 1,11
VT1	0,50 x 0,60	0,80 x 0,90

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
23

Розрахуємо діаметри отворів для вивідних елементів за формулою:

$$D_o = D_v + 0,2,$$

де D_o - розміри отворів для вивідних елементів.

Далі розрахуємо розміри контактних майданчиків для вивідних елементів за наступною формулою:

$$D_k = D_o + 0,6.$$

За умови $D_o > 1,1$ розміри контактних майданчиків розраховуємо за формулою:

$$D_k = D_o + \frac{2}{3} D_o.$$

Таблиця 3.7 — Розміри для вивідних елементів

Назва елементу	D_v , мм	D_o , мм	D_k , мм
$U3, U4, U5$	0,80	1,0	1,6
<i>Arduino UNO</i>	0,66	0,86	1,46
<i>LM2596</i>	1,0	1,20	2,0
<i>TP4056</i>	0,90	1,10	1,70
<i>SB1</i>	0,60	0,80	1,2

3.4 Вибір класу точності плати

Виходячи з раніше отриманих технологічних характеристик визначимо, що для виробництва даної плати обраний третій клас точності згідно з ГОСТ 23751-86 [16].

Даний клас забезпечить високу щільність трасування і монтажу, а також для виготовлення за цим класом не потрібне високоточне обладнання.

3.5 Вибір матеріалу плати

Матеріалом плати обрано фольгований склотекстоліт *FR-4 35/35 2 mm*. Склотекстоліт має високу механічну міцність, термостійкість, низькі витрати та високий поверхневий опір.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
24

3.6 Розрахунок ширини друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати, який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Аналізуючи параметри пристрою отримаємо, що силових провідників $I_{max} = 2$ А. Розрахуємо мінімальну ширину друкованих провідників у вузькому і широкому місці за допомогою формули:

$$t_1 = t_{min}D_s + |\Delta t_{HO_S}|,$$

де $t_{min}D_s$ – це мінімальне значення ширини друкованого провідника;

Δt_{HO_S} – допуск ширини провідника.

Згідно з ГОСТ 23751-86 мінімальне значення ширини друкованого провідника для третього класу точності становить 0,25 мм, а допуск ширини провідника складає 0,5 мм. Таким чином мінімальна ширина друкованих провідників у вузькому місці дорівнює $t_{1в} = 0,3$ мм. Мінімальна ширина друкованих провідників у широкому місці визначається за параметрами класу точності на один нижче. Для другого класу мінімальна ширина провідника дорівнює 0,45 мм, а допуск – 0,1 мм. Отже, $t_{1ш} = 0,55$ мм.

Розрахуємо мінімальну допустиму ширину провідника враховуючи падіння напругу (3%) за наступною формулою:

$$t_2 = \frac{l_p \cdot I_{max} \cdot \rho}{h_p \cdot U_p \cdot 0,03},$$

де l_p – довжина провідника;

I_{max} – максимально прикладений струм;

ρ – питомий опір провідників;

h_p – товщина ізоляції;

U_p – прикладена напруга.

Для силових провідників $U_p = 4$ В. Тоді мінімальна допустима ширина провідників дорівнюватиме $t_{2p} = 0,048$ мм.

Мінімальна допустима ширина провідника з урахуванням допустимого рівня струму на ньому розраховується за формулою:

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_3 = \frac{I_{maxp}}{h_p \cdot j_p},$$

де I_{maxp} – максимальний струм;

h_p – товщина фольги;

j_p – допустима щільність струму.

$$t_{3p} = 2,8 \text{ мм.}$$

Розрахуємо найменшу номінальну відстань між двома провідниками за наступною формулою:

$$S_{min} = S_m + |\Delta t_{HO_S}|,$$

де S_m – мінімальна допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами ($S_m = 0,25 \text{ мм}$).

Таким чином отримаємо, що найменша номінальна відстань дорівнює $S_{min} = 0,3 \text{ мм}$.

3.7 Проектування друкованого вузла

Потрібно зазначити, що друкована плата матиме односторонній монтаж і два шари металізації.

Для виготовлення плати доцільно використовувати комбінований позитивний метод [17]. При використанні цього методу застосовуються фольговані діелектрики, але з меншою товщиною. Даний метод забезпечує чіткі лінії провідників на платі. У порівнянні з електрохімічним методом виготовлення плат, комбінований є менш трудомістким [18].

Проектування друкованого вузла виконувалося у програмного середовищі *Altium Designer*. Враховуючи обрані раніше компоненти і отримані результати розрахунків, були адаптовані елементи з футпрінтами.

Для проектування друкованого вузла використовувалася схема електрична принципова мобільної сигналізації для кемпінгу.

Топологію верхнього шару показано на рисунку 3.8.

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

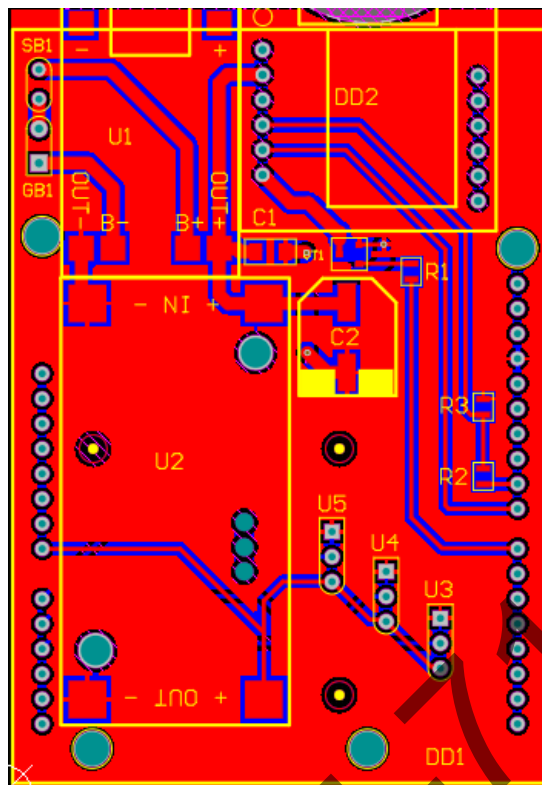


Рисунок 3.8 — Топологія верхнього шару

Топологію нижнього шару показано на рисунку 3.9.

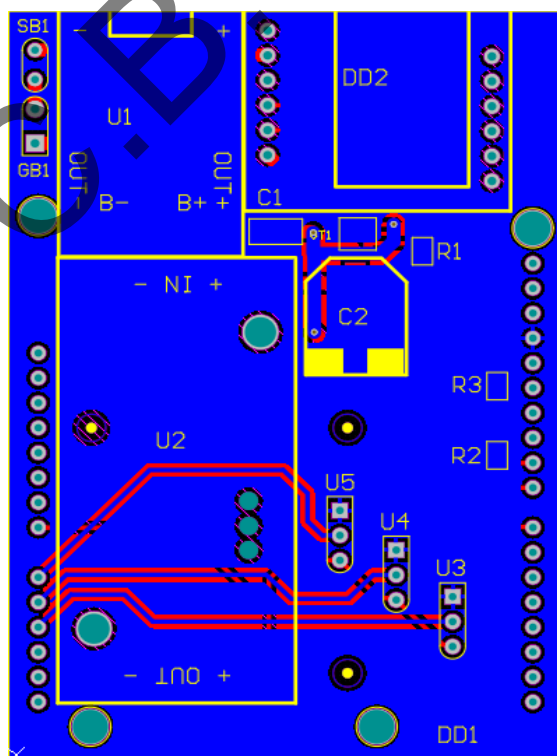


Рисунок 3.9 — Топологія нижнього шару

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

27

Зовнішній вигляд друкованого вузла з *Arduino* зображений на рисунку 3.10.

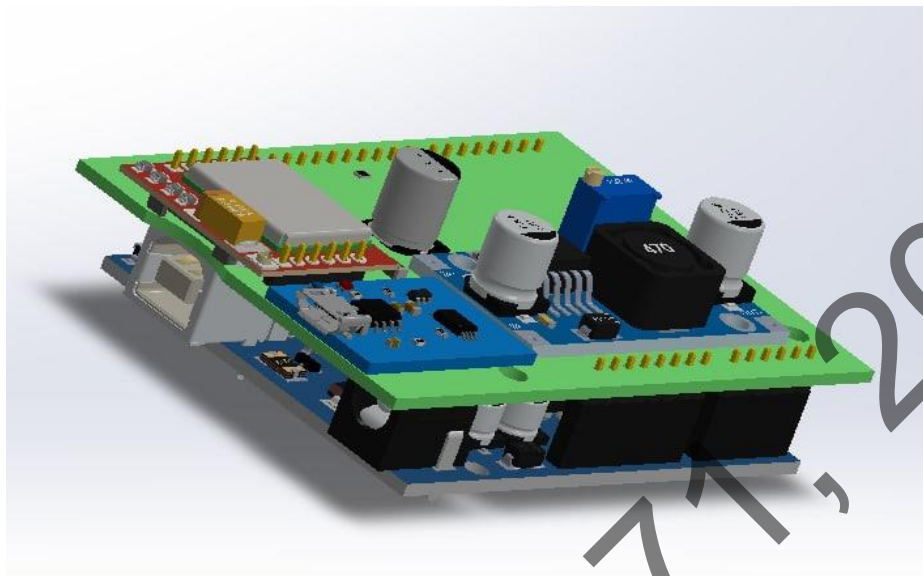


Рисунок 3.10 — Друкований вузол з *Arduino*

3.8 Опис конструкції

Конструкція мобільної сигналізації виконувалася відповідно до вимог встановлених в технічному завданні. Загальний вигляд даного пристрою було виконано в програмному середовищі *SolidWorks* (рис 3.11).

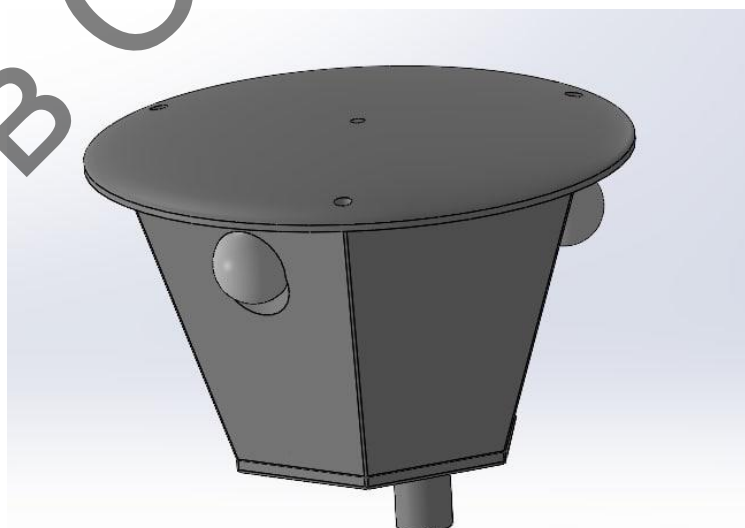


Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд мобільної сигналізації

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
28

Друкований вузол і *Arduino Uno* встановлюються в центрі корпусу і закріплюється за допомогою 4 гвинтів (рис 3.12).

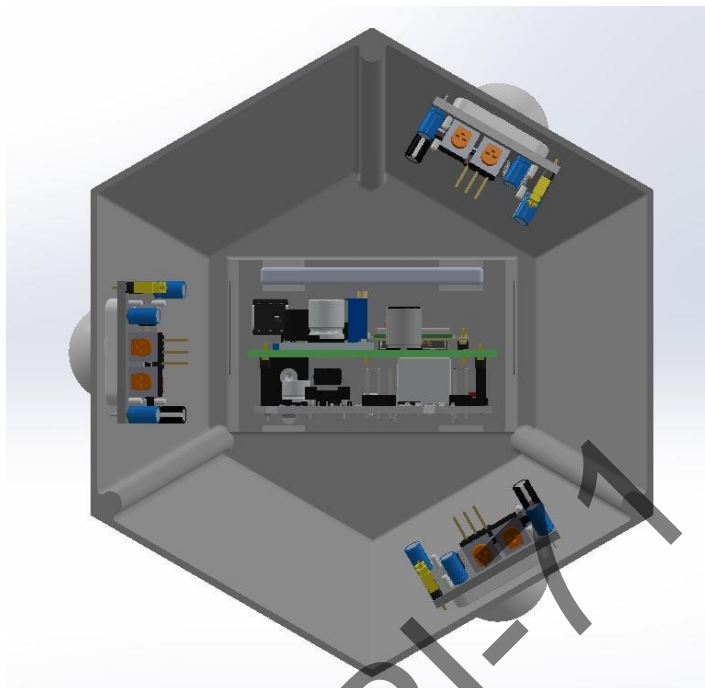


Рисунок 3.12 — Розташування друкованого вузла

Розташування ІЧ датчиків на корпусі забезпечує кут огляду близький до 360° (рис 3.13).

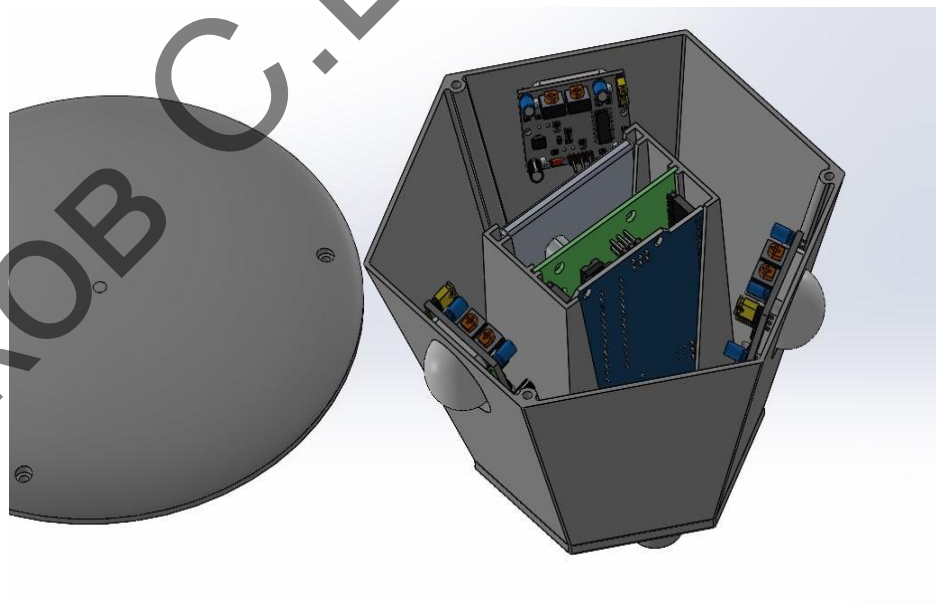


Рисунок 3.13 — Розташування ІЧ датчиків

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
29

Роз'єм для забезпечення зарядки акумулятора, *USB*-роз'єм, а також кнопка ввімкнення пристрою встановлені на нижній частині корпусу (рис 3.14)

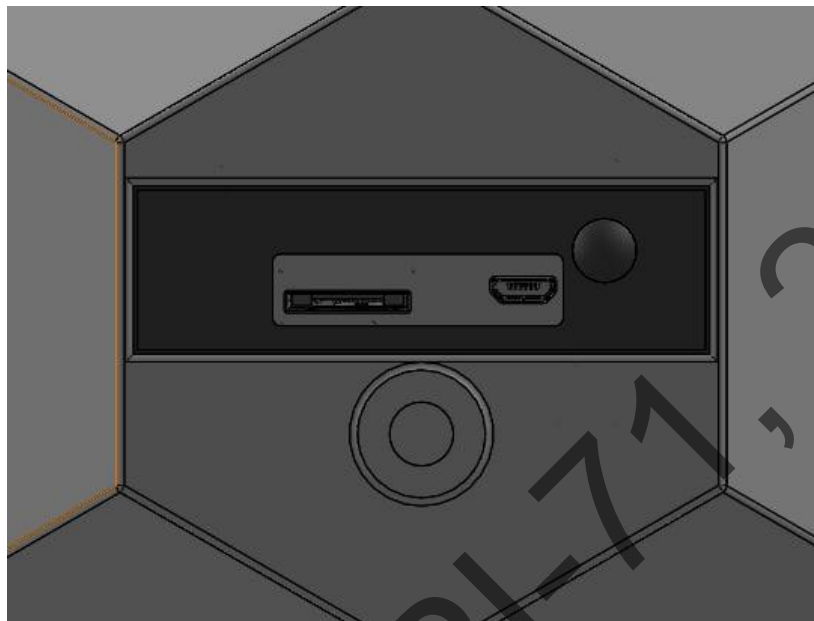


Рисунок 3.14 — Роз'єм для живлення, *USB*-роз'єм і кнопка ввімкнення

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
30

4 РОЗРАХУНОК, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬСЯ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРИБОРУ

4.1 Розрахунок надійності

Надійність – це здатність пристрою зберігати протягом заданого часу в встановлених нормах функціональні параметри при певних умовах (задані режими та умови експлуатації, технічне обслуговування, зберігання і транспортування).

Так як даний пристрій складається з окремих елементів і модулів, то для оцінки надійності будемо використовувати технічні характеристик модулів і пораховану надійність елементів.

Використовуючи технічну характеристику модулів, було визначено, що час безвідмовної роботи *Arduino Uno* складає приблизно 3 роки, модуля *SIM800L* — 4 роки, датчиків *HC-SR501* — 2 роки.

Робочу інтенсивність відмов кожного елемента пристрою можна знайти за наступною формулою [19]:

$$\lambda_p = \lambda_0 K_1 K_n K_E,$$

де λ_p – робоче значення інтенсивності відмов;

λ_0 – середньостатистичне значення інтенсивності відмов;

K_1 – поправні коефіцієнти, які впливають на надійність пристрою;

K_n – коефіцієнт навантаження;

K_E – поправний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації.

Так як сигналізація буде використовуватися на відкритому повітрі, то $K_E = 1,4$.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
31

Таблиця 4.1 — Розрахунки параметрів надійності елементів

Назва елемента	$\lambda_0 \cdot 10^{-6},$ 1/год	K_1	K_H	Кількість елементів	$\lambda_p \cdot 10^{-6},$ 1/год
Конденсатори керамічні	0,7	0,19	0,1	1	0,019
Конденсатори електrolітичні	0,173	0,65	0,25	1	0,039
Резистори	0,06	0,5	0,3	3	0,04
Польовий транзистор	0,12	0,17	0,06	1	0,003

Розрахувати потік відмов можна за формулою:

$$\omega = \sum_{i=1}^k N_i \cdot \lambda_{pi} = 0,181 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{год}},$$

де ω — потік відмов;

k — кількість елементів;

N_i — кількість елементів кожного виду;

λ_{pi} — значення інтенсивності відмов.

Час безвідмовної роботи розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{1}{\omega} \approx 5,52 \cdot 10^5 \text{ год.}$$

Отримане теоретичне значення напрацювання на відмову відповідає вимогам технічного завдання

4.2 Розрахунок вібростійкості

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла, за визначеною методикою. Розрахунок частоти власних коливань друкованої плати. Вихідні данні:

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

32

- довжина плати $a = 0,08$ м;
- ширина плати $b = 0,056$ м;
- товщина плати $h = 2 \cdot 10^{-3}$ м.

Характеристики матеріалу плати:

- щільність $\rho = 1,9 \cdot 10^3$ кг/м³;
- модуль пружності $E = 3,02 \cdot 10^{10}$ кг/м²;
- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,28$.

Маса встановлених на платі елементів $M = 0,1$ кг.

Визначимо приведену масу друкованої плати:

$$m_n = \rho \cdot h = 1,9 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,8 \text{ кг/м}^2.$$

Визначимо приведену масу плати з деталями:

$$m = m_n + m_d = 3,8 + \frac{0,1}{0,08 \cdot 0,056} = 26,12 \text{ кг/м}^2.$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \xi)} = \frac{1,1 \cdot 10^{10} \cdot 8 \cdot 10^{-9}}{12 \cdot 0,72} = 10,1 \text{ Нм}.$$

Визначаємо значення функції $\varphi(\beta)$ для кріплення плати в чотирьох точках:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \cdot \sqrt{\frac{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1,621 \cdot \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}},$$

де $\beta = \frac{a}{b} = 1,4$ – коефіцієнт, залежний від співвідношення довжини і ширини плати.

$$\varphi(\beta) = 12,24.$$

Визначимо значення резонансної частоти плати:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2\pi a^2} \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{12,24}{6,28 \cdot (0,1)^2} \sqrt{\frac{10,1}{26,12}} \approx 112 \text{ Гц}.$$

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

33

Згідно з технічним завданням максимальна частота вібраційних впливів складає 60 Гц. Резонансна частота плати $f_0 = 112$ Гц перевищує частоту вібраційних впливів майже у 2 рази. Обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги до віброміцності.

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У даному розділі будуть розглянуті питання забезпечення охорони праці при розробці та виробництві мобільної сигналізації для кемпінгу. Також будуть визначені основні потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори і запропоновані технічні заходи та організаційні заходи з електробезпеки, гігієни праці, виробничої санітарії та заходи з пожежної безпеки направлені на зменшення ризику отримання травм при виробництві.

5.1 Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Відповідно до наказу МОЗ України «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до основних шкідливих і небезпечних виробничих факторів на виробництві належать [20]:

- мікроклімат (температура, вологість, ІЧ випромінювання);
- виробничий шум, ультразвук, інфразвук;
- іонізація повітря;
- освітлення: природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск);
- вібрація;
- можливість ураження електричним струмом;
- неіонізуючі електромагнітні поля і випромінювання.

5.2 Вимоги до виробничих приміщень

Приміщення, в яких планується установка і робота з комп'ютерами повинні відповідати проектній документації, погодженій з уповноваженими державними органами.

Необхідно враховувати санітарні нормативи освітлення, параметри мікроклімату, ступені і сили вібрацій, звукового шуму і вогнестійкості

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						35
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення, а також характеристики електромагнітного, інфрачервоного і ультрафіолетового випромінювання.

Заборонено розташовувати комп'ютери у приміщеннях, розташованих у підвалах будинків або споруд. Також для запобігання від можливих аварій, забороняється проведення технічних робіт, що потребують здійснення вологих технологічних процесів.

В приміщеннях, в яких розташують комп'ютери, на одне робоче місце площа повинна бути не менше 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³.

5.3 Вимоги до освітленості робочої зони

Для забезпечення природного освітлення робоче місце необхідно розташовувати таким чином, щоб світло з вікна було з лівого боку. Розташування робочого місця повинно забезпечити захист від прямого попадання світла в очі.

Джерела штучного світла рекомендується розташовувати з обох сторін екрану паралельно напрямку зору. Для забезпечення захисту від світлових блисків необхідно використовувати антиблискові сітки або спеціальні фільтри.

В якості джерел освітлення необхідно використовувати люмінесцентні лампи (ЛБ-40). Система загального освітлення має бути у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розташовані збоку від робочих місць.

Рівень освітленості на робочому столі на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк.

Проведемо розрахунок рівня фактичного освітлення використовуючи наступну форму:

$$E_{\Phi} = \frac{F_{\text{л}} \eta_{\text{в}} N n}{S K_3},$$

де $F_{\text{л}}$ - світловий потік лампи, лм ($F_{\text{л}} = 3120$ лм);

$\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta_{\text{в}} = 0,5$);

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

36

N – кількість світильників, шт. ($N = 3$);

n – кількість ламп у світильнику, шт. ($n = 2$);

S – площа приміщення, м² ($S = 12$);

K_3 – коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,5$);

Z – коефіцієнт освітленості ($Z = 1,1$).

$$E_{\Phi} = \frac{3120 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 2}{25 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 378 \text{ люкс.}$$

Як бачимо освітленість на робочому місці відповідає необхідному рівню.

5.4 Вимоги до шуму і вібрації

У робочих приміщеннях обладнаних ПЕОМ для забезпечення контролю рівня шуму згідно з ДСанПіН 3.3.2-2007-98 у якості шумопоглинальних елементів встановлюються спеціальні перфоровані плити або панелі максимальний коефіцієнт звукопоглинання в яких знаходиться в межах 31,5-8000 Гц [21].

Значення у виробничих приміщеннях знаходиться в діапазоні від 25 до 30 дБ, що відповідає допустимим значенням.

5.5 Вимоги до мікроклімату

У виробничих приміщеннях з ПЕОМ повинні забезпечуватися оптимальні значення параметрів мікроклімату, вологості повітря, температури.

Приміщення обладнуються кондиціонерами, або встановлюють припливно-витяжну вентиляцію.

Під час холодної пори року температура повітря у приміщенні повинна складати 22-24°C, а відносна вологість повинна не перевищувати 60%.

Під час теплої пори року температура повітря у приміщенні повинна складати 23-25°C, а відносна вологість повинна не перевищувати 60%.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

37

Рівні ультрафіолетового випромінювання не повинні перевищувати допустимих норм ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях (при використанні спецодягу і ЗІЗ – 1 Вт/м² загальною дією).

5.6 Вимоги до електробезпеки під час експлуатації

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом, згідно з ПУЕ, дане приміщення відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки, тому що в ньому відсутні умови, які створюють підвищену небезпеку.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію.

Лінія електромережі для живлення ПЕОМ повинна виконуватися як окрема групова трипровідна мережа.

У приміщенні де одночасно експлуатуються або обслуговується більше п'яти персональних ПЕОМ необхідно встановити аварійний резервний вимикач, для того щоб забезпечити можливість повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

ПЕОМ, а також периферійні пристрої ПЕОМ повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань.

За допомогою фарби різного кольору необхідно забезпечити візуальну різницю у зовнішньому вигляді штепсельних з'єднань та електророзеток розрахованих на 12 В та 42 В від розеток і штепсельних з'єднань розрахованих на напругу 127 В і 220 В.

5.7 Вимоги до пожежної безпеки

У відповідності до категорії вибухопожежної небезпеки, дане приміщення відноситься до класу В. Так як приміщення містить легкозаймисті матеріали, такі як деревина, пластик, папір, тканини, а також

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						38
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

за рахунок того, що в приміщенні не знаходяться горючі рідини, за класом робочої зони даний простір відноситься до класу II-Па.

Приміщення, де розміщені робочі місця, обладнанні ПЕОМ повинні відповідати вимогам, щодо пожежної безпеки встановленим ДБН В.1.1-7-2002 [22] та ГОСТ 12.1.2004 [23].

Приміщення з ПЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації, а також засобами пожежогасіння.

Для попередження пожежі в приміщеннях з ПЕОМ заборонено:

- експлуатація кабелів з пошкодженою ізоляцією;
- користування пошкоджених розеток і штепсельних з'єднань;
- використання саморобних електричних пристроїв;
- паління в робочих приміщеннях і на робочих місцях.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист

39

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу ринку та огляду ринку визначено параметри і технічні характеристики, що висуваються до сигналізації для кемпінгу. З'ясовано, що існуючі аналоги не відрізняються великим функціоналом і якістю контролю території.

2. Розроблено структурну та електричну принципову схему пристрою та обрано основні компоненти, а саме: блок живлення, *Arduino Uno* – для забезпечення налаштування пристрою, *GSM*-модуль – для можливості оповіщення власника на стільниковий телефон, ІЧ датчики – для надання інформації з навколишнього середовища.

3. Використовуючи схему електричну принципову розроблено друковану плату, яка відповідає габаритам корпусу пристрою. Конструкція корпусу була вибрана таким чином, щоб забезпечити можливість контролю території на 360°.

4. Проведено розрахунки працездатності пристрою, а саме розрахунки вібраційної міцності вузла, які показали, що резонансна частота вузла складає 112 Гц, що в свою чергу перевищує зовнішні вібраційні впливи встановлені в технічному завданні у два рази. Виконано розрахунки надійності за результатами яких встановлено, що пристрій відповідає вимогам технічного завдання.

5. Розглянуто техніку безпеки і винесені основні рекомендації для забезпечення охорони праці під час виробництва.

					PI71.425152.001 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. *Sensor Alarm*. URL: <https://ohrana.ua/prosteyshe-signalizatsii/signalizatsiya-na-batareykah/kempingovaya-signalizatsiya/sensor-alarm.html> (дата звернення: 15.04.2021).
2. Сигнализация-растяжка. URL: <https://ohrana.ua/prosteyshe-signalizatsii/signalizatsiya-na-batareykah/kempingovaya-signalizatsiya/signalizatsiya-rastyazhka.html> (дата звернення: 15.04.2021).
3. *Electronic Dog*. URL: <https://ohrana.ua/prosteyshe-signalizatsii/signalizatsiya-na-batareykah/kempingovaya-signalizatsiya/electronic-dog.html> (дата звернення: 16.04.2021).
4. Оповещатель Motion Sensor Alarm Wireless x850. URL: <https://ohrana.ua/prosteyshe-signalizatsii/signalizatsiya-na-batareykah/kempingovaya-signalizatsiya/opoveshchatel-motion-sensor-alarm-wireless-x850.html> (дата звернення: 16.04.2021).
5. GSM-модуль SIM800L. URL: http://codius.ru/articles/GSM_модуль_SIM800L_часть_1 (дата звернення: 26.04.2021).
6. GSM передатчик на базе модуля SIM800L. URL: <https://mysku.ru/blog/aliexpress/61934.html> (дата звернення: 01.05.2021).
7. IRLML2502TRPBF, Транзистор, N-канал 20В 4.2А logic [Micro3 / SOT-23]. URL: <https://www.chipdip.ru/product/irlml2502tr> (дата звернення: 04.05.2021).
8. Инфракрасный датчик движения HC-SR501. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/infrakrasnyj-datchik-dvizheniya-hc-sr501/> (дата звернення: 05.05.2021).

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
41

9. Arduino Motion Detector Circuit. URL:
<http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Arduino-motion-detector-circuit.php> (дата звернення: 06.05.2021).
10. Вибір резисторів. URL: <https://imrad.com.ua/ua/cr-02fl6-1k-2> (дата звернення: 12.05.2021).
11. Вибір конденсаторів. URL:
<https://imrad.com.ua/ua/cc1206kx7r9bb105-3> (дата звернення: 12.05.2021).
12. Вибір електролітичних конденсаторів . URL:
<https://imrad.com.ua/ua/ca025m0330ref-0810-6> (дата звернення: 12.05.2021).
13. Вибір акумулятора. URL: <https://hpgmobile.com.ua/p449155892-batareya-akb-akkumulyator.html> (дата звернення: 12.05.2021).
14. Вибір модулю зарядки. URL:
<https://doubleshop.com.ua/p1108043921-modul-zaryadki-litievyyh.html> (дата звернення: 12.05.2021).
15. Вибір понижуючого конвертера. URL: <https://arduino.ua/prod650-DC-DC-ponijaushhij-konverter-c-4-5-60V-do-3-35V> (дата звернення: 12.05.2021).
16. ГОСТ 23751-86. URL: <http://www.lamsystems-lto.ru/files/pdf/gost-23751.pdf> (дата звернення: 23.05.2021).
17. Сучасні методи виготовлення плат. URL:
<http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/inrtzp/txt/paliy.pdf> (дата звернення: 24.05.2021).
18. Методи виготовлення друкованих плат. URL:
<https://studopedia.org/6-116440.html> (дата звернення: 24.05.2021).
19. Расчёт показателей надежности радиоэлектронных средств. URL:
https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_72356.pdf (дата звернення: 24.05.2021).
20. Наказ МОЗ України «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». URL:

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.425152.001 ПЗ

Лист
42

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0528282-01#Text> (дата звернення:
29.05.2021).

21. ДСанПІН 3.3.2.007-98. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (дата звернення:
29.05.2021).

22. ДБН В.1.1-7-2002. URL:

[https://dnaop.com/html/3608/
doc-ДБН_В.1.1.7-2002](https://dnaop.com/html/3608/doc-ДБН_В.1.1.7-2002) (дата звернення: 30.05.2021).

23. ГОСТ 12.1.2004.

URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200059881>
(дата звернення: 30.05.2021).

					РІ71.425152.001 ПЗ	Лист
						43
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту

асистент Нікітчук А.В.

(дата)

(підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри радіоконстру-
ювання та виробництва радіоапа-
ратури

д.т.н., проф. Нелін Є. А.

(дата)

(підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

«Мобільний охоронний пристрій для кемпінгу»

1. НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва проекту: «Мобільний охоронний пристрій для кемпінгу»

Підставою для виконання є завдання, видане кафедрою радіоконструювання та виробництва апаратури від «11» квітня 2021 р.

2. МЕТА ВИКОНАННЯ І ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Метою дипломного проекту є розробка сигналізації з GSM модулем, перевірка її на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Сигналізація з GSM модулем призначена для охорони палаткового містечка.

3. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Технічні характеристики

Пристрій буде мати циліндричну форму. Габаритні розміри:

- висота: 14 см;
- діаметр: 16 см;

Напруга живлення: 4 В.

Кут огляду повинен досягати 360°.

Максимальний струм живлення: 1 А.

3.2 Вимоги до надійності

Пристрій повинен бути відновлюваний і ремонтпридатний по ГОСТ 27.002-89.

Середній час безвідмовної роботи не менше ніж 8800 годин.

3.3 Вимоги до технологічності

Вимоги до технологічності по ГОСТ 14.201-83.

3.4 Вимоги до стандартизації та уніфікації

В конструкції повинні бути використані стандартні та уніфіковані деталі.

3.5 Вимоги до складальних частин конструкції, сировини та експлуатаційних матеріалів

У конструкції повинна бути використана компонентна база, яку серійно випускає промисловість. Матеріал плати використати фольгований склотекстоліт *FR4 2/35/35*.

3.6 Вимоги до життєдіяльності та стійкості до зовнішніх впливів та чинників

Кліматичне виконання виробу – У1.1 (згідно ГОСТ 15150-69), У1.1 - вироби призначені для експлуатації на відкритому повітрі з впливом сукупності кліматичних факторів:

- 1) Робочі температури: мінімальна -30°C, максимальна +50°C.
- 2) Відносна вологість, при 25°C – 80%.

3.7 Вимоги до дизайну і ергономіки

Виріб виконується згідно з ДСТУ 3943-2000 і ДСТУ 3944-2000.

3.8 Вимоги до експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічне обслуговування проводити 1 раз на рік у спеціалізованих майстернях. Перевіряється стан механічних частин корпусу та працездатність мікросхем.

3.9 Вимоги до безпеки життя, здоров'я, майна громадян та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги технічної безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки, радіаційної безпеки.

Утилізація згідно вимог для промислових відходів за ГОСТ 30773-2001.

3.10 Вимоги до транспортування, зберігання та експлуатації

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001.

Н7 — носима, експлуатується на відкритому повітрі або в неопалюваних наземних і підземних спорудах з такими умовами:

- синусоїдальна вібрація (діапазон частот, 10...70 Гц, амплітуда прискорення 19,6 м/с² або 2 g, тривалість впливу 90 хв);

- механічні удари при експлуатації (98 м/с^2 або $10g$), при транспортуванні (пікове ударне прискорення 250 м/с^2 або $25 g$, тривалість удару 6 мс , число ударів в кожному напрямку 4000).

3.11 Вимоги до консервації, пакування та маркування

Вимоги до маркування не висуваються.

Для приладу призначена консервація короткочасна(менше 12 місяців) і довгочасна(до 2 років).

При короткочасній консервації загорнути в пергаментовий папір та обв'язати нитками після попереднього змащування приладним мастилом ОКБ-122-7 МРТУ 38-1-230-66.

Для довгострокового зберігання пристрій підлягає консервації шляхом розміщення у герметичному чохлі з поліетиленової плівки товщиною 200 мкм згідно з ГОСТ 10354-73 із вологопоглиначем (силікагелем) згідно з ГОСТ 3956-76.

3.12 Вимоги до розроблюваної документації

Документація оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

4. ОРІЄНТОВАНИЙ ЗМІСТ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Титульний лист

Завдання на дипломний проект

Зміст

Вступ

1 Огляд існуючих рішень. Аналіз технічного завдання

2 Вибір та обґрунтування схемотехнічного рішення

3 Проектування електронного модуля

4 Розрахунки, що підтверджують працездатність

5 Охорона праці

Висновки

Перелік джерел посилань

Додаток А Технічне завдання

Додаток Б Специфікація

Додаток В Перелік елементів

Додаток Г Відомість дипломного проекту

5. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Дипломний проект виконується в 8 етапів


Таблиця А.1 — Етапи дипломного проекту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	13.04 — 20.04	Розділ 1
2	Аналіз технічного завдання	21.04 — 30.04	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схеми	01.05 — 11.05	Розділ 2
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	12.05 — 15.05	Розділ 3
5	Проектування приладу	16.05 — 22.05	Розділ 3
6	Розрахунки, що підтверджують працездатність	23.05 — 28.05	Розділ 4
7	Охорона праці	29.05 — 01.06	Розділ 5
8	Оформлення документації	02.06 — 06.06	Креслення і додатки

6. ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗАКІНЧЕННЯ ЕТАПІВ І ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ В ЦІЛОМУ

Матеріали, які являються проміжними, подаються в вигляді розділів дипломного проекту на перевірку в зазначені терміни. Після закінчення виконання дипломного проекту, цей проект представляється і захищається комісії.

Виконавець:

 Сергій ЦАПКОВ

Керівник:

 Артем НІКІТЧУК

ДОДАТОК Б

Специфікація

Цапков С.В. РІ-171, 2021

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			PI-71.425152.001 СК	Складальний кресленик		
A3			PI-71.425152.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			PI-71.425152.001 ПЕ	Перелік елементів		
				<u>Деталі</u>		
		1	PI-71.758725.001	Друкована плата	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Акумулятор		
				Li-poly 3,7 В – Fullymax	1	
				Апаратна платформа		
				Arduino Uno – Gravitech	1	
				Інфрачервоні датчики		
				HC-SR501 – Wavgat	3	
				Конденсатори		
				CC1206KKX7R9BB105 – Yageo	1	
				CA025M0330REF – Yageo	1	
			PI-71.425152.001			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб..	Цапков С.В.				Друкований вузол	Лит.
Перев..	Нікітчук А.В.					Лист
Т.конт						1
Н.конт	Попсуй В.І.					2
Затверд.	Нікітчук А.В.					РТФ PI-71

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Кнопка		
				FSM6JSMA – TE Connectivity	1	
				Модуль		
				SIM800L – SimCom	1	
				Модуль зарядки		
				TP4056 – Toppower	1	
				Понижуючий перетворювач напруги		
				LM2596 – Texas Instruments	1	
				Резистори		
				CR-02FL6---1K – Viking	1	
				CR-02FL6---2K – Viking	2	
				Транзистор		
				IRLML2502TRPBF – IR/Infineon	1	

ДОДАТОК В

Перелік елементів

Цапков С.В. РІ-171, 2021

[illegible]

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	PI71.425152.001 ПЗ	Пояснювальна записка	52	
3	A1	PI71. 425152.001 Е1	Структурна схема	1	
4	A1	PI71. 425152.001 Е3	Схема електрична принципова	1	
5	A1	PI71. 425152.001 СК	Складальний кресленик	1	
6	A1	PI71. 758725.001	Друкована плата	1	

				ДП PI71.425152.001		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Цапков С.В.				1	1
Керівн.	Нікітчук А.В.		15.06		КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. <u>КіВРА</u> Гр. <u>PI-71</u>	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.						